

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-305159

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

G02B 26/10

(21)Application number : 10-122782

(71)Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC

(22)Date of filing : 17.04.1998

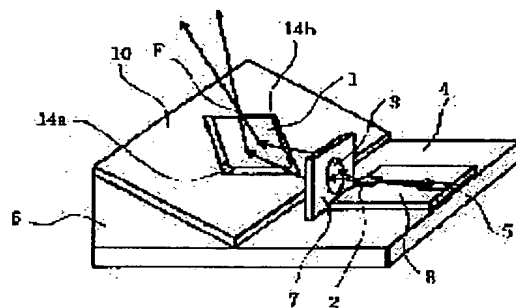
(72)Inventor : IWAKI TADAO
KOMATA KIMIO

(54) FINE OSCILLATION MIRROR ELEMENT AND LASER SCANNER USING THE ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a fine oscillation mirror, a pair of fixed electrode plates and a pair of mirror receivers on a semiconductor substrate by micromaching technology.

SOLUTION: A fine oscillation mirror module constituted of installing a semiconductor fine oscillation mirror element 1 formed by mounting a fine oscillation mirror, a pair of fixed electrode plates and a pair of mirror receivers on a semiconductor substrate by the micromaching technology, a semiconductor laser 2 and light converging fine lens 3 on a base substrate 4 is sealed into a vacuum container having a laser light exiting window and driven by voltage having a non-linear waveform which is a driving voltage to be periodically changed and allowed to be dropped and boosted like a non-linear function between a maximum value and a minimum value with the lapse of time so that the displacement angle of the fine oscillation mirror is changed linearly about time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3023674

[Date of registration] 21.01.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

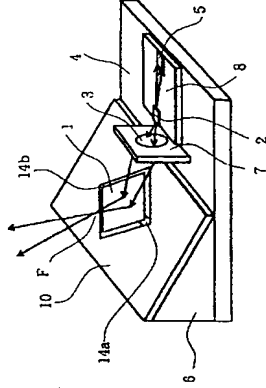
(5)Int.Cl. G 0 2 B 2 6 / 1 0	識別記号 1 0 1	F I G 0 2 B 2 6 / 1 0	1 0 1
審査請求 有 請求項の数 9 F D (全 9 頁)			
(21)出願番号	特願平10-122782	(71)出願人	000002325 セイコーインスツルメンツ株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(22)出願日	平成10年(1998)4月17日	(72)発明者	岩城 忠雄 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番 セイ コーインスツルメンツ株式会社内
		(72)発明者	小俣 公夫 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番 セイ コーインスツルメンツ株式会社内
		(70)代理人	弁理士 松下 義治

(54)【発明の名称】 微小揺動ミラー素子及びこれを用いたレーザ走査装置

(57)【要約】

【課題】 微小揺動ミラー、一対の固定電極板、及び一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成された微小揺動ミラー素子を用いたレーザ走査装置を提供すること。

【解決手段】 微小揺動ミラー、一対の固定電極板、及び一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成された半導体の微小揺動ミラー素子1、半導体レーザ2、及び集光用微小レンズ3をベース基板4上に取り付けて構成した微小揺動ミラーモジュールをレーザ光の出力窓を有する真空容器9に封入し、且つ周期的に変化する駆動電圧であって最大値と最小値の間を時間と共に非線形振動的に下降し次いで上昇する非線形波形の電圧で駆動して、微小揺動ミラーの変位角が時間に対して直線的に変化するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 揺動電極板部とミラー部からなる微小揺動ミラー、前記揺動電極板部と前記ミラー部との間に静電電力を発生するようにその左右に対称的に配置された一対の固定電極板、及び前記微小揺動ミラーのストッパー並びにその電荷を除去するアース部材として機能するようにその左右に対称的に配置された一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成された半導体の微小揺動ミラー素子において、周期的に変化する駆動電圧であって最大値と最小値の間を時間と共に非線形振動的に下降し次いで上昇する非線形波形の駆動電圧が前記揺動電極板部及び一対の固定電極板に与えられることによって、前記微小揺動ミラーの変位角が時間に対して直線的に変化することを特徴とする微小揺動ミラー素子。

【請求項2】 前記周期的に変化する駆動電圧は、最大値と最小値の間を時間と共に非線形振動的に下降し次いで上昇するアナログ的な非線形波形の電圧であることを特徴とする請求項1の微小揺動ミラー素子。

【請求項3】 前記周期的に変化する駆動電圧は、最大値と最小値の間を時間と共に非線形振動的に下降し次いで上昇するアナログ的な非線形波形の電圧でパルス幅変調されて得られたものと同一のデジタル的な非線形波形の電圧であることを特徴とする請求項1の微小揺動ミラー素子。

【請求項4】 揺動電極板部とミラー部からなる微小揺動ミラー、前記揺動電極板部と前記ミラー部との間に静電電力を発生するようにその左右に対称的に配置された一対の固定電極板、及び前記微小揺動ミラーのストッパー並びにその電荷を除去するアース部材として機能するようにその左右に対称的に配置された一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成された半導体の微小揺動ミラー素子、レーザ光を発生する半導体レーザ、及び前記微小揺動ミラー素子と前記半導体レーザとの間に配置された集光用微小レンズをベース基板4に取り付けて構成したレーザ走査装置において、周期的に変化する駆動電圧であって最大値と最小値の間を時間と共に非線形振動的に下降し次いで上昇する非線形波形の電圧が前記揺動電極板部及び一対の固定電極板に与えられることによって、前記微小揺動ミラーの変位角が時間に対して直線的に変化することを特徴とする微小揺動ミラー素子を用いたレーザ走査装置。

【請求項5】 前記微小揺動ミラー素子、レーザ光を発生する半導体レーザ、及び前記微小揺動ミラー素子と前記半導体レーザとの間に配置された集光用微小レンズをベース基板4に取り付け且つ出力窓を有する1つの真空容器に封入して構成したことを特徴とする請求項4の微小揺動ミラー素子を用いたレーザ走査装置。

【請求項6】 前記微小揺動ミラーの焦点面が前記微小揺動ミラーで反射された後の光路上に形成されるように位置づけられて、前記微小揺動ミラー素子、半導体レーザ及

(2) 特開平11-305159

微小レンズがベース基板上に配置されていることを特徴とする請求項4の微小揺動ミラー素子を用いたレーザ走査装置。

【請求項7】 前記半導体レーザの出力窓の反対側のベース基板上に、出力光強度のモニター用フォトダイオードを配置したことを特徴とする請求項4の微小揺動ミラー素子を用いたレーザ走査装置。

【請求項8】 前記周期的に変化する駆動電圧は、最大値と最小値の間を時間と共に非線形振動的に下降し次いで上昇するアナログ的な非線形波形の電圧であることを特徴とする請求項4の微小揺動ミラー素子を用いたレーザ走査装置。

【請求項9】 前記周期的に変化する駆動電圧は、最大値と最小値の間を時間と共に非線形振動的に下降し次いで上昇するアナログ的な非線形波形の電圧でパルス幅変調されて得られたものと同一のデジタル的な非線形波形の電圧であることを特徴とする請求項4の微小揺動ミラー素子を用いたレーザ走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、揺動電極板部とミラー部からなる微小揺動ミラー、前記揺動電極板部との間に静電電力を発生するようにその左右に対称的に配置された一対の固定電極板、及び前記微小揺動ミラーのストッパー並びにその電荷を除去するアース部材として機能するようにその左右に対称的に配置された一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成された半導体の微小揺動ミラー素子、及びこの微小揺動ミラー素子を用いて構成したレーザ走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 薄層膜やブリタ等のレーザ走査装置としては、ポリゴンミラーやガルバノミラーを用いたレーザ走査装置が一般的である。図12は従来のポリゴンミラー装置を用いた光走査系の一例を示すもので、高速度回転するスピンドルモータ43で駆動されるポリゴンミラー42は、半導体レーザ41からのレーザ光を反射して所定の角度だけ繰り返し繰り返し傾向する。ポリゴンミラー42で反射されたレーザ光は、集光レンズ44と45を通過した後、反射ミラー46で傾向されて感光ドラム47上に焦点を結ぶ。ポリゴンミラー装置は構造が複雑で且つ動作も安定しているのが問題である。この問題は、ガルバノミラーを用いたレーザ走査装置にも共通のものである。即ち、一般にレーザ走査装置にはジッタ等の機械的な非同期動作が生じるが、ポリゴンミラーやガルバノミラーは慣性が大いいため、ジッタ等の機械的な非同期動作を電圧信号の調整で解消することが困難であり、その一たの質量バランスを精密に調整することが必要で、その結果、このため装置が大型になってしまうことであり、且つ上記バラン調整は容易ではないという問題がある。

「10000」そこで、プロジェクタの反射鏡ミラーとして、**光偏角装置**を用いている。微小移動ミラー素子を用いた光偏角装置と、鏡子鏡やプリズムの光伝達素子を用いた小型化を図ることが提案されたが、いまだに実現化されていない。その理由は、この従来の微小移動ミラー素子を用いた光偏角装置はミラーの変位が時間に対して非直線的に変化する非線形応答を行うということである。即ち図1.3において、駆動電圧はその段に示す如く矩形波パターン電圧であり、ミラーの変位角はその下段に示す如く最大値と最小値の間を時間と共に非線形形状で下降し、次に上昇する繰り返しの波。即ち三角形が重なるように繰り返して変形となっている。微小移動ミラー素子をアレイ上に配置して映像画像をスクリーンに映写することを目的としたものであるために、従来はミラーの変位角を時間に対して直線的に変化させる必要はなかったのである。ここに微小移動ミラー素子では、例えばデキサーストロン型偏角ミラー素子によって構成されたカンチレバービーム型偏角ミラーデバイス (CB-DMD) のことである。

【0004】
 【発明が解決しようとする課題】 解決しようとする課題は、磁気電流部品とミラー部とがなす微小運動ミラー、前記運動電流部品との間に、静電気力を発生するよう、にその左右に対称的に配置された一対の固定電流部品、及び前記微小運動ミラーのストロークに連動して帯電電流所除去部材となして機能する、その左右に対称的に配置された一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成された半導体の微小運動ミラー素子において、前記微小運動ミラーの変位幅が時間と共に直線的に変化するようには駆動することである。解決しようとする他の課題は、前記微小運動ミラー素子を用いたレーザ走査装置を構成することである。

【0005】
 【課題を解決するための手段】上記問題を解決するためには、滑動電極板部とミラー部からなる微小滑動ミラー、前記滑動電極板部との間に静電気力を発生するようにその左右に対称的に配置された一対の固定電極板、及び前記微小滑動ミラーのストップ面並びに帯電電荷除去部材として機能するようにその左右に対称的に配置された一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成された半導体の微小滑動ミラー素子を、周期的に動作する駆動電圧であって最大値と最小値の間を時間と共に非線形増減的に下はし及び上昇する非線形変形の電圧で駆動して、微小滑動ミラーの変位角が時間に對して直線的に変化するようにした。

【0006】一実施形態を、滑動電極板部とミラー部とからなる微小滑動ミラー、前記滑動電極板部との間に静電気力を発生するようにその左右に對稱的に配置された一対の固定電極板、及び前記微小滑動ミラーのストップ面並びに帯電電荷除去部材として機能するようにその左右に對稱的に配置された一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成された半導体の微小滑動ミラー素子を、周期的に動作する駆動電圧であって最大値と最小値の間を時間と共に非線形増減的に下はし及び上昇する非線形変形の電圧で駆動して、微小滑動ミラーの変位角が時間に對して直線的に変化するようにした。

の左右に対称的に配置された一対のミラー受が半導体基板に微小加工技術によって形成された半導体の微小領域に一対一葉子、レーザ光を発生する半導体レーザ、及び前記微小領域とミラー受とをベース基板の上に順に配置された集光用微小レンズとをベース基板に取り付け付けた構成し、周期的に変化する駆動電圧であつて最大値と最小値の間を時間と共に非線形周期的に下向き及び上昇する非線形波形の電圧で駆動して、微小運動ミラーの位置角を時間に対して直線的に変化させる、微小運動ミラー一葉子、半導体レーザ、及び集光用微小レンズをベース基板に取り付けてモジュール化し、且つ出射窓を有する1つの真空容器に封入して、ミラーの運動制御の効率を高めた。前記微小レンズの焦点面前記微小運動ミラーで反射された後の光路上に形成されるように位置づけて、微小運動ミラー一葉子、半導体レーザ及び微小レンズをベース基板に配置することによって、コリメータレンズの設計を容易にし、更に関連する光学系の制約を少なくした。前記半導体レーザの出射端面の反対側のベース基板上に、フोटオダイオードを配置して出力光強度のモニタを容易に行うようにした。

【0007】前記周期的に変化する駆動電圧を、最大値と最小値の間を時間と共に非線形周期的に下向き及び上昇するアナログ的な非線形波形の電圧とすることによって、1 k Hz程度の低速で走査する場合に対応できるようにした。更に、前記周期的に変化する駆動電圧を、最大値と最小値の間を時間と共に非線形周期的に下向き及び上昇するアナログ的な非線形波形の電圧でパルス幅調整されて得られたものと同一のデジタル的な非線形波形の電圧とすることによって、100 k Hz程度までの高速で走査する場合に対応できるようにした。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明に係る微小運動ミラー一葉子は、図1にその主要部の構成を且つ図2にその全体の概要を示す通り、ベース基板4の上に微小運動ミラー一葉子1、レーザ光を発生する半導体レーザ2、及び微小集光用微小レンズ3の少なくとも3つの構成要素を取り付け付けた電圧を有する1つの真空容器9に封入して構成されたものである。

【0010】即ち、ベース基板4の上にはミラー台6とレーザ台8が形成され、ミラー台8の上には微小運動ミラー一葉子1が取り付けられ、レーザ台8の上には半導体レーザ2が取り付けられている。ミラー台6は所定の角度を有する断面が三角形の部材であり、半導体レーザ2から集光用微小レンズ3を起て入射された入射光Pを微小運動ミラー一葉子1が所定方向に反射するように、従つて反射光Rが出射窓4から真空容器9の外に適切に放射することにより前記角度は定められる。出力光強度のモニタ一用フोटオダイオード5は、半導体レーザ2の出射

の左右に対称的に配置された一対のミラー受光半導体基板の上に微細加工技術によって形成された半導体の微小凸部、即ち微小凸部とミラー素子と前記半導体ミラーととの間に配置された集光用微小レンズをベーズ基板上に貼り付けて構成し、周期的に変化する駆動電圧であつて最大電圧と最小電圧の間を時間と変化する非線形周期的に下降し、次で上昇する非線形波形の電圧で駆動して、微小凸部とミラーの変位角が時間に対して直線的に変化するようになした。

10 ラー素子、半導体元素、及び蛍光体層を有する基板に取り付けてモジュール化し、且つ出力素子を有する1つの真空容器に封入して、ミラーの振動動作の効率を高めた。前記微小レンズの焦点面が前記微小動ミラーで反射された後の光路上に形成されるように位置づけて、微小動ミラー素子、半導体元素及び微小レンズをベース基板上に配置することによって、コリメーションズ的设计を容易にし、更に関連する光学的な制約を少なくした。前記半導体レーザーの出力端側のベース基板上に、フォトダイオードを配置して出力光強度のモニタを容易に行うようにした。

20 (0008) 前記周期的に変化する駆動電圧を、最大値と最小値の間を時間と共に非線形関数的に下降し次いで上昇するアナログ的な非線形関数的電圧とすることによって、1kHz程度の低周で走査する場合に対応できるようにした。更に、前記周期的に変化する駆動電圧を、最大値と最小値の間を時間と共に非線形関数的に下降し次いで上昇するアナログ的な非線形関数的電圧とベース駆動電圧とが得られたものと同じデジタル的な非線形変換された電圧とすることによって、100kHz程度の高速で走査する場合に対応できるようにした。

30

[6000]

【説明の要述の形態】本説明に係る微小移動ミラー素子
は、図1にその主要部の構成を且つ図2にその全体の概
要を示す通り、ベース基板4の上に微小移動ミラー素子
1、レーザー光を発生する半導体レーザー2、及び微小移動
ミラー素子1と半導体レーザー2との間に配置された集光
用微小レンズ3の少なくとも3つの構成要素を取り付け
て、射出光Wを有する1つの真空容器1'に封入して構成
したものである。

40

【0010】即ち、ベース基板4の上にはミラー台6と
レーザー台8が形成され、ミラー台6の上には微小移動ミ
ラー素子1が取り付けられ、レーザー台8の上には半導体
レーザー2が取り付けられている。ミラー台6は所定の角
度を有する断面が三角形の部材であり、半導体レーザー
2から集光用微小レンズ3を隔てて射けられた入射光Pを微
小移動ミラー素子1が所定方向に反射するよう、従っ
て反射光Rが射出光Wから真空容器1'の外に適切にエミ
ットするように前記角度は定められている。出力光強度のキ
ーワード用フォトダイオード5は、半導体レーザー2の射出

口の反対側に配置されている。

【0011】微小振動ミラーを示す如く、ミラー支柱12に揺動可能に取り付けられた一支柱12の左右に対称的に板16aと16b、及び荷配定電極板より外側に左右にミラー受18aと18bとから【0012】微小振動ミラーエッチングを用いた微細加工で、シリコン基板100の上b、前記ヒンジ台の左右に外17aと17b、及びその外ラ一受台19aと19bがそれぞれ15aと15bの上には押するヒンジ4aと14bbの上には順板の固定電極ミラー受台19aと19bの8bがそれぞれ形成されて作【0013】図4はヨーク1及びヒンジ台15aと15bラ一支柱12がその上に形成3は、ヒンジ15aと15aの細長い溝状のヒンジ4らをはね部が揺動軸上で揺る、ヨーク13とヒンジ14な金属材料、例えばアルマツて一体に形成されている。

ーク13にはヒンジ揺動軸にねじれ易く且つ弾性回復し易ク13とヒンジ14と14程度である。ヨーク13、ヒンジ台15aと15bは駆動に供給する回路の一部を構成【0014】微小振動ミラー側に且つミラー部が上側にその部材である。微小振動ミラ板16aと16bと平行に且対角線を交差させて、その中支柱12によって支持されて2は、ヒンジ台15aと15ンジ14aと14bによっているヨーク13上に形成されラ一11は、一対の細長い溝を互が軸を揺動軸として、一可能となつてゐる。微小振動周波数に依存するが20〜5【0015】微小振動ミラー

8の上に取り付けられて

子1は、図3ないし図4に示してシリコン基板10の微小移動ミラー11、ミラー11の固定電極層を支柱の左右に配列し、対称的に配置された一方の電極層に配置された一方の電極層に配置されている。

子1はシリコンの真方形にそれぞれ作製されたものはシリコン15aと15bとシリコン16aと16bが、及びシリコン17aと17bとシリコン18aと18bとシリコン19aと19b及びシリコン20aと20bとシリコン21aと21bとシリコン22aと22bとシリコン23aと23bとシリコン24aと24bとシリコン25aと25bとシリコン26aと26bとシリコン27aと27bとシリコン28aと28bとシリコン29aと29bとシリコン30aと30bとシリコン31aと31bとシリコン32aと32bとシリコン33aと33bとシリコン34aと34bとシリコン35aと35bとシリコン36aと36bとシリコン37aと37bとシリコン38aと38bとシリコン39aと39bとシリコン40aと40bとシリコン41aと41bとシリコン42aと42bとシリコン43aと43bとシリコン44aと44bとシリコン45aと45bとシリコン46aと46bとシリコン47aと47bとシリコン48aと48bとシリコン49aと49bとシリコン50aと50bとシリコン51aと51bとシリコン52aと52bとシリコン53aと53bとシリコン54aと54bとシリコン55aと55bとシリコン56aと56bとシリコン57aと57bとシリコン58aと58bとシリコン59aと59bとシリコン60aと60bとシリコン61aと61bとシリコン62aと62bとシリコン63aと63bとシリコン64aと64bとシリコン65aと65bとシリコン66aと66bとシリコン67aと67bとシリコン68aと68bとシリコン69aと69bとシリコン70aと70bとシリコン71aと71bとシリコン72aと72bとシリコン73aと73bとシリコン74aと74bとシリコン75aと75bとシリコン76aと76bとシリコン77aと77bとシリコン78aと78bとシリコン79aと79bとシリコン80aと80bとシリコン81aと81bとシリコン82aと82bとシリコン83aと83bとシリコン84aと84bとシリコン85aと85bとシリコン86aと86bとシリコン87aと87bとシリコン88aと88bとシリコン89aと89bとシリコン90aと90bとシリコン91aと91bとシリコン92aと92bとシリコン93aと93bとシリコン94aと94bとシリコン95aと95bとシリコン96aと96bとシリコン97aと97bとシリコン98aと98bとシリコン99aと99bとシリコン100aと100bとシリコン101aと101bとシリコン102aと102bとシリコン103aと103bとシリコン104aと104bとシリコン105aと105bとシリコン106aと106bとシリコン107aと107bとシリコン108aと108bとシリコン109aと109bとシリコン110aと110bとシリコン111aと111bとシリコン112aと112bとシリコン113aと113bとシリコン114aと114bとシリコン115aと115bとシリコン116aと116bとシリコン117aと117bとシリコン118aと118bとシリコン119aと119bとシリコン120aと120bとシリコン121aと121bとシリコン122aと122bとシリコン123aと123bとシリコン124aと124bとシリコン125aと125bとシリコン126aと126bとシリコン127aと127bとシリコン128aと128bとシリコン129aと129bとシリコン130aと130bとシリコン131aと131bとシリコン132aと132bとシリコン133aと133bとシリコン134aと134bとシリコン135aと135bとシリコン136aと136bとシリコン137aと137bとシリコン138aと138bとシリコン139aと139bとシリコン140aと140bとシリコン141aと141bとシリコン142aと142bとシリコン143aと143bとシリコン144aと144bとシリコン145aと145bとシリコン146aと146bとシリコン147aと147bとシリコン148aと148bとシリコン149aと149bとシリコン150aと150bとシリコン151aと151bとシリコン152aと152bとシリコン153aと153bとシリコン154aと154bとシリコン155aと155bとシリコン156aと156bとシリコン157aと157bとシリコン158aと158bとシリコン159aと159bとシリコン160aと160bとシリコン161aと161bとシリコン162aと162bとシリコン163aと163bとシリコン164aと164bとシリコン165aと165bとシリコン166aと166bとシリコン167aと167bとシリコン168aと168bとシリコン169aと169bとシリコン170aと170bとシリコン171aと171bとシリコン172aと172bとシリコン173aと173bとシリコン174aと174bとシリコン175aと175bとシリコン176aと176bとシリコン177aと177bとシリコン178aと178bとシリコン179aと179bとシリコン180aと180bとシリコン181aと181bとシリコン182aと182bとシリコン183aと183bとシリコン184aと184bとシリコン185aと185bとシリコン186aと186bとシリコン187aと187bとシリコン188aと188bとシリコン189aと189bとシリコン190aと190bとシリコン191aと191bとシリコン192aと192bとシリコン193aと193bとシリコン194aと194bとシリコン195aと195bとシリコン196aと196bとシリコン197aと197bとシリコン198aと198bとシリコン199aと199bとシリコン200aと200bとシリコン201aと201bとシリコン202aと202bとシリコン203aと203bとシリコン204aと204bとシリコン205aと205bとシリコン206aと206bとシリコン207aと207bとシリコン208aと208bとシリコン209aと209bとシリコン210aと210bとシリコン211aと211bとシリコン212aと212bとシリコン213aと213bとシリコン214aと214bとシリコン215aと215bとシリコン216aと216bとシリコン217aと217bとシリコン218aと218bとシリコン219aと219bとシリコン220aと220bとシリコン221aと221bとシリコン222aと222bとシリコン223aと223bとシリコン224aと224bとシリコン225aと225bとシリコン226aと226bとシリコン227aと227bとシリコン228aと228bとシリコン229aと229bとシリコン230aと230bとシリコン231aと231bとシリコン232aと232bとシリコン233aと233bとシリコン234aと234bとシリコン235aと235bとシリコン236aと236bとシリコン237aと237bとシリコン238aと238bとシリコン239aと239bとシリコン240aと240bとシリコン241aと241bとシリコン242aと242bとシリコン243aと243bとシリコン244aと244bとシリコン245aと245bとシリコン246aと246bとシリコン247aと247bとシリコン248aと248bとシリコン249aと249bとシリコン250aと250bとシリコン251aと251bとシリコン252aと252bとシリコン253aと253bとシリコン254aと254bとシリコン255aと255bとシリコン256aと256bとシリコン257aと257bとシリコン258aと258bとシリコン259aと259bとシリコン260aと260bとシリコン261aと261bとシリコン262aと262bとシリコン263aと263bとシリコン264aと264bとシリコン265aと265bとシリコン266aと266bとシリコン267aと267bとシリコン268aと268bとシリコン269aと269bとシリコン270aと270bとシリコン271aと271bとシリコン272aと272bとシリコン273aと273bとシリコン274aと274bとシリコン275aと275bとシリコン276aと276bとシリコン277aと277bとシリコン278aと278bとシリコン279aと279bとシリコン280aと280bとシリコン281aと281bとシリコン282aと282bとシリコン283aと283bとシリコン284aと284bとシリコン285aと285bとシリコン286aと286bとシリコン287aと287bとシリコン288aと288bとシリコン289aと289bとシリコン290aと290bとシリコン291aと291bとシリコン292aと292bとシリコン293aと293bとシリコン294aと294bとシリコン295aと295bとシリコン296aと296bとシリコン297aと297bとシリコン298aと298bとシリコン299aと299bとシリコン300aと300bとシリコン301aと301bとシリコン302aと302bとシリコン303aと303bとシリコン304aと304bとシリコン305aと305bとシリコン306aと306bとシリコン307aと307bとシリコン308aと308bとシリコン309aと309bとシリコン310aと310bとシリコン311aと311bとシリコン312aと312bとシリコン313aと313bとシリコン314aと314bとシリコン315aと315bとシリコン316aと316bとシリコン317aと317bとシリコン318aと318bとシリコン319aと319bとシリコン320aと320bとシリコン321aと321bとシリコン322aと322bとシリコン323aと323bとシリコン324aと324bとシリコン325aと325bとシリコン326aと326bとシリコン327aと327bとシリコン328aと328bとシリコン329aと329bとシリコン330aと330bとシリコン331aと331bとシリコン332aと332bとシリコン333aと333bとシリコン334aと334bとシリコン335aと335bとシリコン336aと336bとシリコン337aと337bとシリコン338aと338bとシリコン339aと339bとシリコン340aと340bとシリコン341aと341bとシリコン342aと342bとシリコン343aと343bとシリコン344aと344bとシリコン345aと345bとシリコン346aと346bとシリコン347aと347bとシリコン348aと348bとシリコン349aと349bとシリコン350aと350bとシリコン351aと351bとシリコン352aと352bとシリコン353aと353bとシリコン354aと354bとシリコン355aと355bとシリコン356aと356bとシリコン357aと357bとシリコン358aと358bとシリコン359aと359bとシリコン360aと360bとシリコン361aと361bとシリコン36

8 b は、弾力性のあるカムとローラフラスマルミニカムなどによるラチェット、ヒンジ台 15 a と 17 b、及びミラー受台ボロを在入又は嵌嵌させて形成している。ミラー受ミラー 11 の揺動端部を受けるように、微小揺動ミラーを一要素台 19 a と 19 b を介し

[illegible]

具体的構造を示す、ミレの方形薄板のヨーク1にそれぞれ固定された一と14bによって、これと14bは、弾性的大きスプリングミラールによって形成されており、ヨークの厚みは1~100μmの厚みは14aと14b及び圧を揺動電圧と固定電圧の異なる。

11は、振動電極板が下
に形成された方形導板
111は、一对の固定電極
方形導板のヨーク3と
部で弾力性のあるミラー
る。そしてミラー支1
と一對の弾力性のあるヒ
動可能にして支えられて
いる。従って微小振動ミ
のヒンジ14aと14b
の対角線に沿った振動が
ラー11の大きさは振動
0.0mm角程度、ミラー支
とミラー支18aと1

11は、0.1気圧以下
の、容器内を真空中に保つと
素材などの非酸化を図ることに
て、より長寿命化を図ること
ールは、ハーメチックシール
れる。

〔0018〕上述した如く、
射されたレーザ光は微小振動
ラー11で反射された後の光
ラー11から一定の所定距離
する。微小振動ミラー素子1
射口となる出射窓17は、この
真空容器9内に形成されてい
は、走査するレーザ光の最
中点を形成する反射中心Qに

その焦点面が微小活動ミラレー１と半導体レーザー２の及ぶ図５Ａと５Ｂに示す入射されたレーザー光は、微小ミラー１で反射されている。このように、リニアメントする場合に、ミリメートルに焦点面が存在するように設計が容易になると利便性が少なくなるという不利

実施例において、微小活動ミラレーを有する真空容器９内であって十分に伸性を発せしめることができるものも、アルゴンガスや窒素などの充填技術を用いたマイクロレンズ３で集光され入射される微小活動ミラレー面上に焦点面Ｆを形成して点光源として出射密ワは、実用的な反射窓としての機能に配置した透明板、例

その焦点面が微小活動ミ
路上に形成されるような
子1と半導体レーザ2の
及び図5Aと5Bに示す
入射されたレーザー光は、
活動ミラー1にて反射さ
れている。このようにすこ
しメーカする場合に、コリ
に焦点面が存在するよう
な設計が容易になること
利が少なくないという

実施例において、微孔層は出射窓を有する真空のようになっていることにより、抗を受けなくなり、1〜10行行っても空気抵抗による従って微孔運動ミラ一素子真空容器9はアルミニウムである。真空容器9内であれば十分に特性を発揮するのが望ましい。また、アルゴシガスや窒素に浸した状態にすることもできる。真空容器9のその他の取り付け技術が用いら

小入射角で集光され、入射光の微小運動ミ
ラ一素子 1 の微小運動ミ
上であって、微小運動ミ
球面上に焦点面 F を形成
反射されたレーザ光の出
点面 F に概ね平行にして
出射窓 W は、実用的に
反射光と最小反射光との
間に配置した透明板、例

えはアクリルやポリカーボネートなどの高分子材料やガラスの透明板を用いて形成する。また、出射光Wの両面、少なくとも一方の面には使用波長に対応した無反射コーティングを施し、背面での反射損失を低減させている。

【0019】微小揺動ミラー素子1の駆動電圧供給回路は、微小揺動ミラー11の揺動電極板の構造によって方式が異なる。即ち図6は、1つの揺動電極板部11eと1つのミラー部11mとから構成された微小揺動ミラー11を有する微小揺動ミラー素子1の駆動電圧供給回路である。図7との違いを明確にするために揺動電極板部11eとミラー部11mは別々の部材で形成しているように示してあるが、本発明の一実施例においては揺動電極板部とミラー部はアルファスアルミニウムで一体に形成された部材である。図8において、揺動電極板部11eは線16aを経て、また固定電極板16aと16bは線1aと1bを経て駆動回路20にそれぞれ接続されている。ミラー受18aと18bは線1cを経てアースされている。駆動電圧は、一方の固定電極板と揺動電極板部とは同極性に、且つ他方の固定電極板と揺動電極板部とは逆極性になるようにして、駆動回路20から揺動電極板部11eと一方の固定電極板16aと16bに供給される。

【0020】図7は、アルファスアルミニウムで形成された一方の揺動電極板部11eと11e b及び非導電性材料で形成された1つのミラー部11mとからなる微小揺動ミラー11を有する微小揺動ミラー素子1の駆動電圧供給回路である。図7において揺動電極板部11e aと11e bは線16aと16bを経て、また固定電極板16aと16bは線1aと1bを経て駆動回路20にそれぞれ接続されている。ミラー受18aと18bは線1cを経てアースされている。駆動電圧は、少なくとも一方の固定電極板と一方の揺動電極板部とは同極性に、且つ他方の固定電極板と他方の揺動電極板部とは逆極性になるようにして、駆動回路20から一方の揺動電極板部11e aと11e bと一方の固定電極板16aと16bに供給される。

【0021】駆動回路20から駆動電圧が印加される場合、揺動電極板部と固定電極板との間には電界が発生し、同極性の揺動電極板部と固定電極板との間には静電気が生じる。揺動電極板部と固定電極板との間には静電気による吸引力が同時に逆極性の揺動電極板部と固定電極板との間には静電気による反発力がそれぞれ発生する。これらの静電気による吸引力と反発力によってトルクが発生し、微小揺動ミラー11を支点Z上で回動させ、逆極性の固定電極板の方に傾斜させる。支点Zは、図2においては、一方のピンジ14aと14bが形成する揺動軸である。前記電界は揺動電極板部と固定電極板との距離、及び揺動電極板部の表面に誘起される表面電荷の分布と依存し、そして前記トルクはこの電界の大きさ

ある。一般に、電極への印加電圧が一定であれば、微小揺動ミラー11が傾斜して距離が小さくなる揺動電極板部と固定電極板との間の電界強度は距離が小さくなるに従って増加し、その結果、揺動電極板部と固定電極板との間の吸引力、従って微小揺動ミラー11に働く力は距離が小さくなるに従って強くなる。そして、揺動電極板部の表面に誘起される表面電荷の分布状態も変化して、より距離の小さい部分即ち固定電極板との間隔の狭い部分に集中する傾向がある。このため、微小揺動ミラー11の傾斜の大きさ、従ってミラー変位角は、時間の2乗以上の大きな指数をもって変化する。

【0022】一方のピンジ14aと14bが形成する揺動軸上で回動し続ける微小揺動ミラー11は、ミラー受18aと18bの一方、即ち逆極性の駆動電圧を印加された固定電極板側のミラー受に衝突して停止する。ミラー受18aと18bは、ミラー受台19aと19bを介してアースされているので、微小揺動ミラー11の表面に帯電した電荷は、この衝突によって瞬時に完全に除去される。一方のピンジ14aと14bとミラー支柱12は弾性の大きなアルファスアルミニウムで形成されているので、表面電荷が除去されると微小揺動ミラー11はこれらの部材の弾性によって元の位置に復帰する。なお、本実施例においては、揺動電極板部11eとミラー部11mとは、共通の導電性材料、例えばアルミニウムなどで構成してもよい。

【0023】本発明に係る微小揺動ミラー素子を備えたレーザ走査装置において、周期的に変化する駆動電圧は、図8の図9に示す如く最大値と最小値の時間を共に非線形関数的に下降し次いで上昇するアナログ的な非線形電圧。又は図9の図9の図9に示す如く最大値と最小値の間を時間と共に非線形関数的に下降し次いで上昇するアナログ的な非線形電圧でパルス幅調整されて得られたものと同一のデジタル的な非線形電圧とした。前者は1kHz程度の低速で走査する場合、後者は100kHz程度までの高速で走査する場合に適している。周期的に変化する駆動電圧をこのような非線形電圧とすることによって、本発明に係るレーザ走査装置におけるミラー変位角は、図8又は図9のそれぞれの図9に示す如く、時間と共に周期的に変化するようになった。このような非線形の駆動電圧を印加してミラー変位角の直線的な移動を実現できたのは、微小揺動ミラー素子の微小揺動ミラー11が20から200μm角というサイズも傾斜も小さいものであるからである。

【0024】図8又は図9に示す非線形電圧の波形的非線形関数は、ミラー変位角が時間と共に直線的に変化するようには周期的に求める。ミラー変位角は、変換したレーザ光の走査角度から直接求める。図8から分かるように、駆動電圧の周期位相はミラー変位角の周期位相よりも若干遅れている。このときの図8におけるa、b、c及びd、並びに位相のずれ時間は実験的に求める。図8

に示す如き非線形波形の駆動電圧は、例えば図13の上段に示す矩形波パルスを非線形回路を通してることによって得られる。しかしながら、揺動周波数が大きくなるにつれて、図8に示す如きアナログ的な波形的制御は実現するのが困難であり、実現するにしても回路が複雑になる。100kHzまでの高速走査に対応させるには、図9の上段に示す如きデジタル的な波形的制御に適している。図9の駆動電圧は、図8のアナログ的な非線形電圧でパルス幅調整されて得られたものと同一のデジタル的な非線形電圧であるが、このようにして、容易に実現できる。なお、図9におけるa、b、c及びd、並びに位相のずれ時間は実験的に求める。また、微小揺動ミラーの揺動の1周期変位中の駆動電圧のサンプリング数は、ミラー変位角の時間的変化の直線性が保てる程度に十分に大きなものとした。

【0025】
【実施例】図10は、微小揺動ミラーモジュール、即ち微小揺動ミラー素子1、半導体レーザ2及び集光用微小レンズ3を所定の配置関係にして構成した微小揺動ミラーモジュール21を用いて構成したレーザプリンタの概要。特にそのレーザ走査光学系を示すものである。図10において、微小揺動ミラーモジュール21から走査出力されたレーザ光は、コリメータレンズ22でコリメートされて平行光に変換され、集光レンズ23とfθレンズ24とによって感光ドラム25上に集光照射される。このような構成であるために、微小揺動ミラーモジュールを用いたレーザプリンタは、前記コリメータレンズ22を用いてコリメートできるような広い焦点面からの出射光に対応してコリメートできるものでなければならないが、従来のコリメータを用いたレーザプリンタに比べると、大きなコリメータを用いたレーザプリンタに比べて、大口径のコリメータも不要となるので、装置の小型化を図ることができるという大きな利点を有する。なお、上記微小揺動ミラーモジュールには、駆動回路20が含まれてもよい。また、従来の装置に用いられている前記一方のシリンドリカルレンズは、コリメータからの反射光を元のコリメートされた光に変換させるためのレンズである。

【0026】図11は、微小揺動ミラー素子1、半導体レーザ2及び集光用微小レンズ3を所定の配置関係にして構成した微小揺動ミラーモジュール31とコリメータとを組み合わせて構成した二次元方向のレーザ走査装置の光学系を示すものである。図11において、微小揺動ミラー素子1から垂直方向に走査出力されたレーザ光はコリメータレンズ22と集光レンズ33を経てコリメータレンズ34の鏡面に入射して反射され、集光レンズ36と37を経て、例えば光書式型空間光変調器38に到達する。コリメータレンズ34はモータ35によって水平方向に回転駆動されているので、光書式型空間

間光変調器38に到達したレーザ光は垂直方向と水平方向の走査が組み合わされた二次元方向に走査されたレーザ光となる。このような構成の微小揺動ミラーモジュール31とコリメータとを用いた二次元方向のレーザ走査装置によれば、高分解能の画像を高速に形成することができるために、例外的な画像を光書式型空間光変調器に書き込み、並列的な光学処理を高速で行うことが可能である。

【0027】なお、本発明に係る微小揺動ミラー素子1を用いたレーザ走査装置は、上述の実施例では、二次元方向の走査を行うものであったが、二次元的な走査も可能である。即ち、本発明に係る微小揺動ミラー素子1を2個使い、1個はx方向の走査に、且つ他の1個はy方向の走査に用いるようにレーザ光学系を構成することによって二次元的な走査を行うレーザ走査装置を実現できる。また、本発明に係る微小揺動ミラー素子1を駆動する駆動電圧、即ち周期的に変化する電圧によって最大値と最小値の間を時間と共に非線形関数的に下降し次いで上昇する非線形波形の駆動電圧を形成する図6ないし図7の駆動回路20は、その全部または一部を微小揺動ミラー素子1のシリコン基板10内に形成されたトランジスタ等の基本回路素子で構成することも可能である。

【0028】

【発明の効果】本発明に係る微小揺動ミラー素子は、揺動電極板部とミラー部とからなる微小揺動ミラー、一方の固定電極板、及び一方のミラーと一方の固定電極板上に微細加工技術によって形成され、且つ周期的に変化する駆動電圧で駆動される微小揺動ミラーの時間的変位角が時間に対して周期的に下降し次いで上昇する非線形波形の電圧で駆動するようにしたものであるから、従来の微小揺動ミラー素子と異なり、微小揺動ミラーの変位角が時間に対して直線的に変化するようになった。従って、このような直線的なレーザ走査装置は、装置の小型化と低価格化、走査の高速化を実現できた。微小揺動ミラー素子1、半導体レーザ2及び集光用微小レンズ3を所定の配置関係にしてモジュール化し、レーザ走査光の出射角を有する真空容器に封入したので、ミラーの揺動動作の効率が高まったので高速且つ安定な走査が実現できた。更に、ミラー変位角を全て電氣的に変換することができるので、コリメータやガルバノミラーを用いた従来のレーザ走査装置に比べると、調整が非常に容易になった。更に、本発明に係る微小揺動ミラー素子1、半導体レーザ2、変位角の調整が容易、ミラー変位角の時間的直線性が良好等の数々の特長を備えているので、レーザプリンタ、レーザレコーダ、光画像入力システム、その他の多くの装置やシステムへの応用が可能である。

【図面の簡単な説明】

11

【図1】微小振動ミラー素子を用いたレーザ走査装置の主要部の斜視図である。

【図2】微小振動ミラー素子を用いたレーザ走査装置の概観図である。

【図3】微小振動ミラー素子の側面図である。

【図4】微小振動ミラー素子のヒンジとヨークの斜視図である。

【図5A】微小振動ミラー素子に対する入射光と反射光の光路を示す図である。

【図5B】微小振動ミラー素子に対する入射光と反射光の光路を示す図である。

【図6】微小振動ミラー素子の駆動電圧供給回路の一例を示す図である。

【図7】微小振動ミラー素子の駆動電圧供給回路の他の一例を示す図である。

【図8】微小振動ミラー素子の駆動電圧とミラー素子角の時間的変化の一例を示す図である。

【図9】微小振動ミラー素子の駆動電圧とミラー素子角の時間的変化の他の一例を示す図である。

【図10】微小振動ミラー素子を用いたレーザプリンタの一例の概観図である。

【図11】微小振動ミラー素子とポリゴンミラー装置を組み合わせて構成した二次元レーザ走査装置の一例の概観図である。

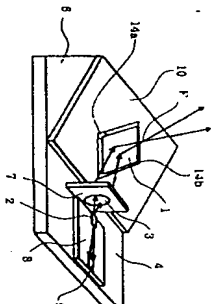
【図12】従来のポリゴンミラー装置の一例の概観図である。

【図13】従来の微小振動ミラー素子の駆動電圧とミラー素子角の時間的変化の一例を示す図である。

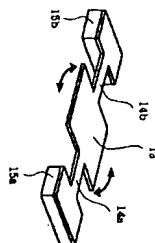
【符号の説明】

- 1 微小振動ミラー素子
- 2 半導体レーザ
- 3 集光用微小レンズ
- 4 ベース基板
- 5 フォトリソグロフ
- 6 ミラー台
- 7 微小レンズ台
- 8 レーザ台
- 9 駆動電圧供給回路

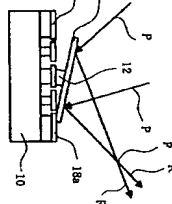
【図1】



【図2】



【図5A】



12

10 シリコン基板

11 微小振動ミラー

11e, 11ea, 11eb 駆動電極板

12 ミラー支柱

13 ヨーク

14a, 14b ヒンジ

15a, 15b ヒンジ台

16a, 16b 固定電極板

17a, 17b 電極支柱

18a, 18b ミラー受

19a, 19b ミラー受台

20 駆動回路

21 微小振動ミラーモジュール

22 コリメータ

23 集光レンズ

24 fθレンズ

25 感光ドラム

31 微小振動ミラーモジュール

32 コリメータ

33 集光レンズ

34 ポリゴンミラー

35 モータ

36, 37 集光レンズ

38 光電変換空間光変調器

41 半導体レーザ

42 ポリゴンミラー

43 モータ

44, 45 集光レンズ

46 反射ミラー

47 感光ドラム

F 焦点面

L, La, Lb, Le, Lea, Leb 線

P 入射光

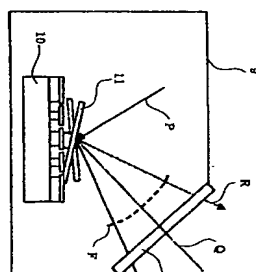
Q 反射中心

R 反射光

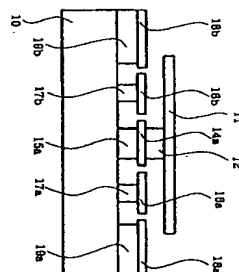
W 出射窓

Z 支点

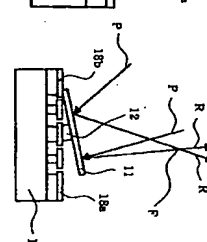
【図2】



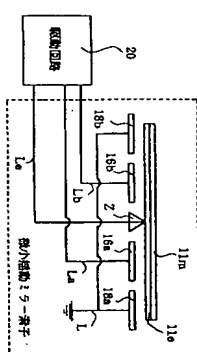
【図3】



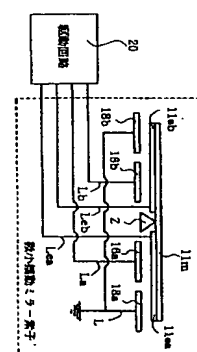
【図5B】



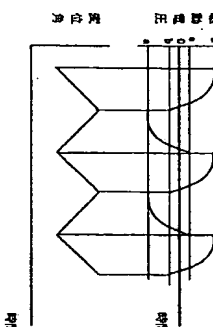
【図6】



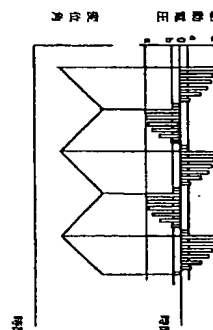
【図7】



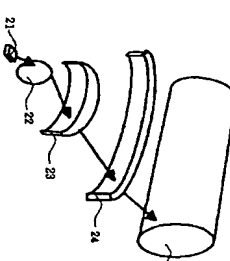
【図8】



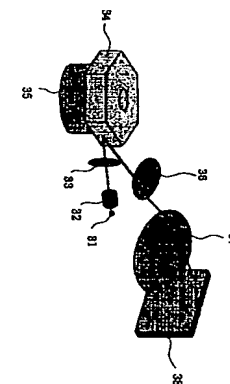
【図9】



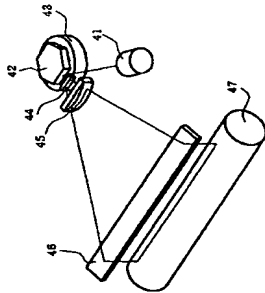
【図10】



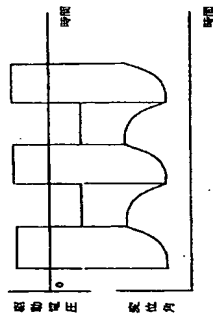
【図11】



【図12】



【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成11年7月23日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】そこで、プロジェクタの反射ミラーとして実用化されている微小振動ミラー素子を用いた光偏向装置を、複写機やプリンタの走査系系に利用して小型化を図ることが提案されたが、未だに実用化されていない。微小振動ミラー素子が反射ミラーとして用いられているプロジェクタにおいては、図13に示す如く、矩形波パルス電圧で駆動されるためにミラーの変位角が非直線的であり、従って直線的な変位角が要求される光偏向装置には利用できないことである。また、特開平4-230723号公報は、ランディング電極を有する空間光突調器において、微小振動ミラーの複数電極に印加するデジタル電圧の組合わせを適切に選ぶことによりミラーに働くトルクを一定にする駆動方法が開示されている。この駆動方法で駆動された微小振動ミラー素子を用い、且つ走査光源のレーザの発光時間間隔を非線形に変化させる光駆動方式と組合わせることで、結果として感光体上で走査光が一定距離間隔ではあるが直線的に走査されることが可能であり、微小振動ミラー素子を用いた光偏向装置は実現可能ではある。しかしながら、このような光偏向装置は駆動方式が複雑な上に、長い走査距離においては精密な直線性を保つことが困難であるという問題がある。例えば、A4サイズの長さであればスポット径がスポット径の1/3に相当する30μm以下の精密な直線性を保つことが困難である。また、電極構造も複雑になるという問題もある。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】

【発明の効果】本発明に係る微小振動ミラー素子は、振動電極板とミラー部とからなる微小振動ミラー、一対の固定電極板、及び一対のミラー受が半導体基板上に微細加工技術によって形成され、且つ周期的に変化する駆動電圧であって最大値と最小値の間を時間と共に非線形間数的に下降し次いで上昇する非線形波形の電圧で駆動するようにしたものであるから、微小振動ミラーの変位角が時間に対して直線的に変化するようになった。このため、このような方式で駆動された微小振動ミラー素子を用いて構成したレーザ走査装置においては、複雑な電極構造を採用したり、或いはレーザの発光時間間隔を非線形に変化させる必要が全くなかった。しかも、長い走査距離において精密な直線性を保つことが可能になった。また、微小振動ミラー素子、半導体レーザ及び集光用微小レンズを所定の配置関係にしてモジュール化し、レーザ走査光の出力窓を有する真空中器に封入したので、ミラーの振動動作の効率が高まった。更に、ミラーの変位角を全て電氣的に実現することができ、調整が非常に容易になった。要するに、本発明により、装置の小形化と低価格化、走査の高速化と長い走査距離までも保持された精密な直線性、取り扱いの利便性等が図られ、且つレーザプリンタ、レーザレダ、光面複入カシシステム等の様々な装置に応用可能な微小振動ミラー素子を用いたレーザ走査装置が提供された。